Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 38: 21-28. (1981)

ANALISIS DE LA CUTICULA FOLIAR DE LAS ESPECIES CHILENAS DEL GENERO *POLYPODIUM* L.

(FILICOPSIDA, PTERIDOPHYTA)

ELIZABETH BARRERA M. (*)

RESUMEN

Se describe la cutícula foliar de las especies chilenas del género *Polypodium* L.; *P. espinosae* WEATH., *P. feuillei* BERTERO, *P. intermedium* COLLA, *P. masafuerae* PHIL., las que se caracterizan por tener hojas hipostomáticas, células anomomórficas, estomas faneroporos homogéneamente dispersos y complejos estomáticos polocíticos; sólo *P. masafuerae* presenta además complejos estomáticos anomocíticos. Las especies se diferencian principalmente por la densidad de estomas, grado de ondulación de las paredes celulares y tamaño de la célula subsidiaria.

ABSTRACT

The foliar cuticle of the chilean species of the genus *Polypodium* L.; *P. espinosae*, *P. feuillei*, *P. intermedium*, *P. masafuerae* are described; they are characterized by hipostomatic leaves, anomorphic cells, phaneropores stomata homogenously dispersed. Polocytic stomata occur in all the species, the anomocytic stomata occur only in *P. masafuerae*, always together with the polocytic type.

Density of stomata, ondulation of the anticlinal cell walls and the dimensions of the subsidiary cell are characteristics usable to differentiate the species.

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo es entregar una descripción de los caracteres de la cutícula foliar de las especies chilenas del género *Polypodium* L.

Corresponde esta colaboración, a la primera de una serie de trabajos que se entregarán sobre los caracteres cuticulares de las Pteridófitas chilenas. Se espera con estos estudios netamente descriptivos, llegar a contar en el futuro con la información necesaria para poder establecer claramente el significado de los datos del análisis cuticular para cada especie, y obtener también una visión global de las características cuticulares para este grupo de plantas. De acuerdo con STACE (1965), en estos estudios es inapropiado extender lo que se conozca de un grupo de plantas a otro, aunque se trate de grupos estrechamente relacionados.

En general la importancia y el desarrollo de este tipo de estudios ya se ha manifestado en una comunicación anterior (BARRERA y MEZA (1979).

Los estudios cuticulares sobre Pteridófitas, todos realizados en el extranjero, en ge-

(*) Laboratorio de Criptogamia, Sección Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago.

neral, están enfocados a aclarar problemas de nomenclatura y de desarrollo de tipos estomáticos, VAN COTTHEM (1970 a.b.) ; FRYNS-CLAESSENS & VAN COTTHEM (1973); PANT & MEHRA (1964).

MATERIAL Y METODOS

El trabajo fue realizado con material obtenido del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile (SGO).

El material se preparó, diafanizando primero con Na OH al 5% por tiempo variable; los contenidos celulares se eliminaron con hipoclorito de sodio a concentraciones variables, 10-50%, durante 2-4 días. Posteriormente las muestras fueron montadas en gelatina-glicerina-safranina.

Las preparaciones microscópicas quedan depositadas en el Laboratorio de Criptogamia (Sección Botánica) del Museo Nacional de Historia Natural (SGO Pm Cript.).

Las observaciones se hicieron en un microscopio binocular Leitz-Wetzlar. Las mediciones fueron efectuadas con micrómetro ocular 6 x y objetivo 40 x. Todos los promedios se obtuvieron sobre 40 medidas; la densidad de estomas se obtuvo midiendo en una superficie de 0,14 mm^2 y llevando sus valores a 1 mm^2. Las fotomicrografías fueron hechas en un microscopio Nikkon Microflex HFM.

Los caracteres considerados en cada especie fueron: largo y ancho de estomas, largo y ancho de células epidérmicas, densidad de estomas. Para dos especies se entregan, además, los caracteres de las células epinérvicas.

En las descripciones, al señalar las medidas, se indica en primer lugar el valor mínimo, entre paréntesis el promedio y luego el valor máximo.

Para la descripción de los estomas se utilizó la nomenclatura indicada por VAN COTTHEM (1970 a).

Los datos para las descripciones macroscópicas, que se entregan para cada especie, se obtuvieron de: LOOSER (1943, 1955), CHRISTENSEN & SKOTTSBERG (1920), ESPINOSA (1930), JOHNSTON (1929), KUNKEL (1967), HEMSLEY (1885), DE LA SOTA (1960, 1966).

DESCRIPCION

Polypodium espinosae WEATHERBY, Contr. Gray Herb. 85: 15, pl. 2.2. 1929.

Rizoma glauco carnoso, diámetro de 1-1,5 cm, cubierto de páleas membranosas de color café brillante uniforme, lanceoladas, acuminadas de 7-9 x 2-4 mm. Frondas más o menos dimórficas, las fértiles el doble o el triple más largas que las estériles con pinas oblanceoladas a estrechamente lineares de 2-6 mm de ancho, las estériles más pequeñas en la misma planta con pinas oblongas a obovadas. Lámina coriácea, deltoide u ovada, pinada; raquis angostamente alado, margen de las pinas crenado-denticulado. Estípite angulado-sulcado. Soros redondos a subelípticos. Venación formando areolas uniseriadas a ambos lados del nervio medio con una venilla incluida sorífera.

Helecho epífito facultativo, crece bajo cactus, en rocas humedecidas por las neblinas marinas y entre musgos sobre arbustos o cactus.

En Chile: zona de Taltal, Antofagasta (24º 35' S—25º 53' S).

Descripción de la cutícula

Cara adaxial: Células interreticulares de paredes algo sinuosas; 71,25 (108,4) 148 u de largo x 34,2 (45,5) 57 u de ancho; células epinérvicas rectangulares, paredes rectas, 85,5 (113,57) 185,25 u de largo x 28,5 (38,9) 48,45 u de ancho (Figs. 1b y 11).

Cara abaxial: Células interreticulares de paredes lisas o con ondulaciones leves; 114 (183,8) 222,3 u de largo x 28,5 (61,84) 85,5 u de ancho. Estomas faneroporos, sin orientación regular, miden 57 (61,56) 65,55 u de largo x 34,2 (38,33) 45,6 u de ancho. Células periestomáticas 2-4. Célula subsidiaria conectada a las células guardianas en el extremo distal de éstas, rodeando a las células guardianas hasta más o menos en un 50% del largo total de ellas. Densidad de 19-26 estomas/mm^2. Células epinérvicas rectangulares, paredes rectas, 85,5 (165) 228 u de largo x 28,5 (45,3) 57 u de ancho. Complejo estomático polocítico (Figs. 1a y 15).

Material estudiado:

SGO pm Cript.: 345, 346, 349, (SGO 83341, Aguada Panulcito, Antofagasta); 347 (SGO 83332, Aguada Cachina, Antofagasta); 348 (SGO 83380, Aguada de Miguel Díaz, Antofagasta).

Polypodium feuillei BERTERO, Mercurio Chil., 16:745, Julio 1829.

Rizoma rastrero, sobre troncos o ramas, de 20-50 cm de largo, sencillo o ramificado, carnoso, densamente cubierto de escamas agudas morenas muy oscuras en la base y más claras hacia arriba. Frondas glabras, no hay marcada diferencia entre las fértiles y las estériles. Lámina de contorno triangular u ovalado. Borde de las pinas dentado-ondulado con dientes bajos. Estípites articulados en el rizoma, glabros. Soros alargados. Venación formando una hilera de areolas a cada lado del nervio medio. De la parte superior de cada areola salen dos o tres nervios cortos, libres, que mueren en un punto engrosado cerca del margen; de la rama inferior de la areola nace venilla sorífera.

Helecho higrófilo generalmente epífito. Vive en bosques húmedos.

En Chile, abundante desde Maule (35º 30′ S) a Aisén (45º 45′ S). Más al Norte sólo se encuentra en los Bosques de Fray Jorge y Talinay (Coquimbo, 30º 45′ S) y en Zapallar (Aconcagua 32º, 30′ S). (LOOSER 1955).

Descripción de la cutícula foliar

Cara adaxial: Células interreticulares de paredes lobuladas, 7-9 lóbulos por células, 91,2 (112,6) 128,2 u de largo x 59,9 (85,2) 102,6 u de ancho. Células epinérvicas rectangulares, paredes rectas, 57 (84,36) 105,5 u de largo x 25,7 (31,6) 42,8 u de ancho (Figs. 2b y 12).

Cara abaxial: Células interreticulares más o menos rectangulares; paredes sinuosas, sinuosidades menos marcadas que en la cara adaxial; 114 (158,6) 228 u de largo x 48,5 (68,6) 99,8 u de ancho. Estomas faneroporos, sin orientación regular; 51,3 (58,85) 68,4 u de largo x 34,2 (38,8) 48,6 u de ancho; se distribuyen uniformemente con una densidad de 20-21 estomas/mm²; 2-4 células periestomáticas. Una célula subsidiaria rodea apicalmente a las células guardianas en más de un 50% del largo de ellas. Células epinérvicas rectangulares, contornos rectos, 122,6 (171,9) 228 u de largo x 28,5 (38,5) 57 u de ancho. Complejo estomático polocítico (Figs. 2a y 16).

Material estudiado:

SGO pm Cript.: 342, 343, 359 (SGO 85175, Río Puelo, Chiloé); 344 (SGO 83363, Río Bueno, Valdivia).

Polypodium intermedium COLLA, Mem. Acad. Torino 39:51, t. 74. 1836. ssp. *intermedium.*

Rizoma grueso cubierto de escamas imbricadas, peltadas, ovado-lanceoladas, café-rojizas, más gruesas en el centro, más pálidas y delgadas en los márgenes y ápice. Frondas de superficie glabra, textura delgada, deltoide simplemente pinado, pinas conectadas por una angosta ala al raquis, márgenes subenteros a escasamente serrulados. Venas muy visibles en su curso inferior formando areolas costales notorias, cada areola incluye una vena sorífera. Soros globosos y superficiales.

ssp. *masafueranum* C. CHR. *et* SKOTTSBERG

Pinas de base angosta. Márgenes dentado-serrados a obtuso-serrados. Raquis casi no alado. A veces pinas más o menos pinatífidas.

f. *obtuserratum* C. CHR. *et* SKOTTSBERG

Pinatífido. Pinas serradas o lobuladas con las serraduras o lóbulos a su vez dentados. A veces las pinas basales producen uno o dos largos lóbulos generalmente en el lado.

f. *basicompositum* C. CHR. *et* SKOTTSBERG

Pinatífido, sólo basalmente bipinatífido. Pinas superiores profundamente serradas, cada serradura a su vez dentada. Pinas basales regular y profundamente pinatífidas, con alargados segmentos en ambos lados.

f. *cambricoides* C. CHR. *et* SKOTTSBERG

Bipinatífido. Todas las pinas pinadas, con largas pínulas secundarias unidas entre sí por una angosta ala. Las pinas superiores

con pínulas profundamente serradas, las inferiores con pínulas pinatífidas con segmentos terciarios repandos a obtusamente serrados.

Endémica de Juan Fernández.

Descripción de la cutícula foliar de *P. intermedium* ssp. *intermedium*

Cara adaxial: Células interreticulares de paredes onduladas a lobuladas, 85,5 (134,9) 179,5 u de largo x 34,2 (62,6) 85,5 u de ancho (Figs. 3b y 13).

Cara abaxial: Células interreticulares de paredes lobuladas, con número variable de lóbulos, generalmente 5-9 lóbulos por célula; 91 (126) 165,3 u de largo x 36,2 (45,7) 57 u de ancho. Estomas faneroporos, sin orientación regular; 45,6 (56) 62,7 u de largo x 31,4 (37,3) 42,8 u de ancho; se distribuyen uniformemente con una densidad promedio de 54 estomas/mm²; 2-3 células periestomáticas. Una célula subsidiaria rodea a las células guardianas apicalmente entre un 75 (86,7) 90% del largo total de ellas. Complejo estomático polocítico (Figs. 3a y 17).

Material estudiado:

SGO pm Cript.: 350, 353 (SGO 083306, Más Afuera, Juan Fernández); 351 (SGO 083258, Más Afuera, Juan Fernández); 352 (SGO 083305, Más Afuera, Juan Fernández); 354 (SGO 091899, Cerro Salsipuedes, Más a Tierra, Juan Fernández).

Polypodium masafuerae PHIL., Linnaea 29: 107. 1857.

Rizoma repente paleaceo. Frondas rectas, coriáceas, pinatífidas, por encima verdes por debajo cubiertas completamente de páleas oscuras. Pinas oblonga-ovadas, obtusas, con márgenes enteros a escasamente crenulados, ondulados unidas por una angosta ala al raquis, en cada lóbulo (pínula) una vena central con venillas laterales de extremos generalmente bifurcados que no llegan al margen y no forman areolas. Soros biseriados, orbiculares.

En Chile: Taltal (Antofagasta 24º 59' S), Masafuera (Juan Fernández), Cerro Moreno, (Antofagasta, 23º S).

Descripción de la cutícula foliar:

Cara adaxial: Células interreticulares de paredes lobuladas, 7-10 lóbulos por célula; 85,5 (93,6) 105,5 u de largo x 57 (64,1) 71,8 u de ancho (Figs. 4b y 14).

Cara abaxial: Células interreticulares de paredes marcadamente lobuladas, 57 (73,4) 85.5 u de largo x 39,9 (45,2) 57 u de ancho. Estomas faneroporos; sin orientación regular; 42,8 (48,2) 57 u de largo x 34,2 (39) 42,8 u de ancho, distribuidos uniformemente con una densidad promedio de 30 estomas/mm²; 3-5 células periestomáticas, siendo lo más común 4. Una célula subsidiaria rodea apicalmente a las células guardianas en menos de un 50% del largo total de ellas; en algunos casos esta célula es indistinguible de las restantes células periestomáticas. Complejo estomático polocítico-anomocítico (Figs. 4a y 18).

Material estudiado:

SGO pm Cript.: 355, 356, 357 (SGO 83331, Taltal, Antofagasta).

DISCUSION

VAN COTTHEM (1970a), en su estudio morfológico comparativo de los estomas de Filicopsida, analiza la cutícula foliar de *Polypodium crassifolium* L., *P. friedrichstalianum* KUNZE, *P. virginianum* L. y *P. vulgare* L., encontrando en estas cuatro especies estructura estomática exclusivamente polocítica. La presencia de estructura anomocítica y polocítica la encontró este autor en otros géneros de la familia *Polypodiaceae, sensu* COPELAND, que corresponden a la hoy conocida familia *Grammitidaceae* (PRESL) CHING; muy emparentada pero independiente de la *Polypodiaceae* (DE LA SOTA 1967).

Las especies chilenas del género *Polypodium* también presentan estructura estomática polocítica, presentándose, sólo en *P. masafuerae*, además, la estructura anomocítica. Es característico, que esta última estructura siempre se encuentre, en las Filicopsidas, junto a otra estructura estomática, (VAN COTTHEM 1970a), en este caso a la estructura polocítica.

La membrana celular presenta diferentes grados de ondulación; algunas hipótesis relacionan esto con las condiciones ambientales (STACE 1965); en las especies chilenas *P. espinosae* presenta las paredes lisas a escasamente onduladas, característica que se relaciona con plantas xerofíticas.

En las cuatro especies estudiadas los caracteres numéricos que presentan mayor rango de variación son los correspondientes al largo de las células en ambas caras (Figs. 8 y 10). El ancho de estas células presenta un rango de variación mediano (Figs. 7 y 9); lo mismo sucede en el ancho de estomas (Fig. 6); encontrándose en el largo de estomas (Fig. 5) un bajo rango de variación.

CONCLUSIONES

Las características de la cutícula foliar, comunes para las cuatro especies, son las siguientes:

— hojas hipostomáticas
— estomas faneroporos
— células epidérmicas anomomórficas
— estomas homogéneamente dispersos, sin orientación regular
— estructura polocítica del estoma, presentándose sólo en la especie *P. masafuerae,* además, la estructura anomocítica.

La densidad de estomas, el tamaño de la célula subsidiaria y el grado de ondulación de la membrana celular de las células epidérmicas, permiten diferenciar las cuatro especies estudiadas:

A Complejos estomáticos anomocíticos y polocíticos. Venillas laterales no forman areolas .... *P. masafuerae*

AA Complejos estomáticos exclusivamente polocíticos. Venación forma areolas.

B Densidad promedio de estomas sobre 50/mm². Célula subsidiaria rodea al estoma hasta en un 90% del largo total de las células guardianas .... *P. intermedium*

BB Densidad promedio de estomas entre 30-45/mm². Célula subsidiaria rodea al estoma hasta en un 60% del largo total de las células guardianas.

C Paredes lobuladas .... *P. feuillei*

CC Paredes lisas o débilmente onduladas .... *P. espinosae*

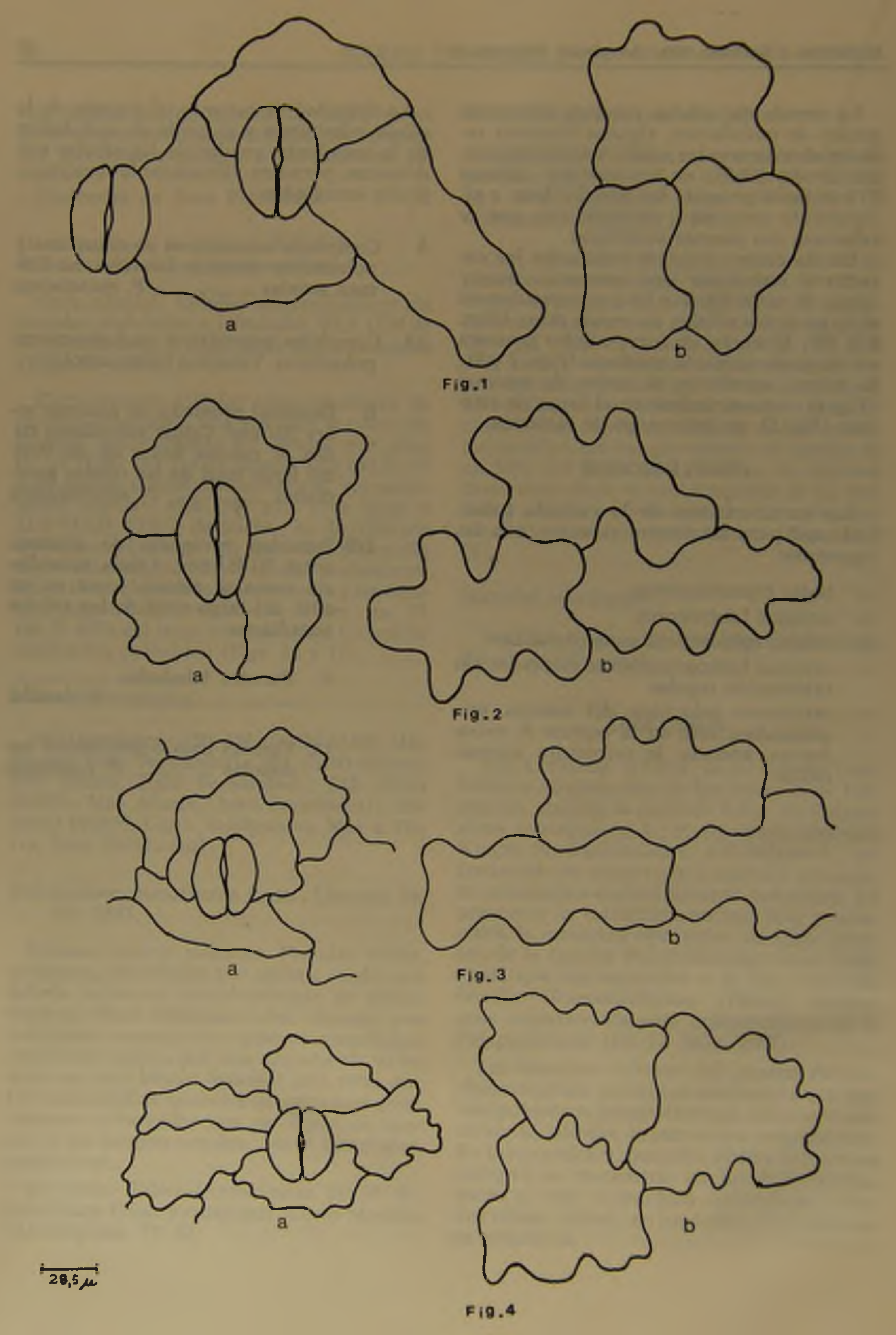


Fig.1

Fig.2

Fig.3

Fig.4

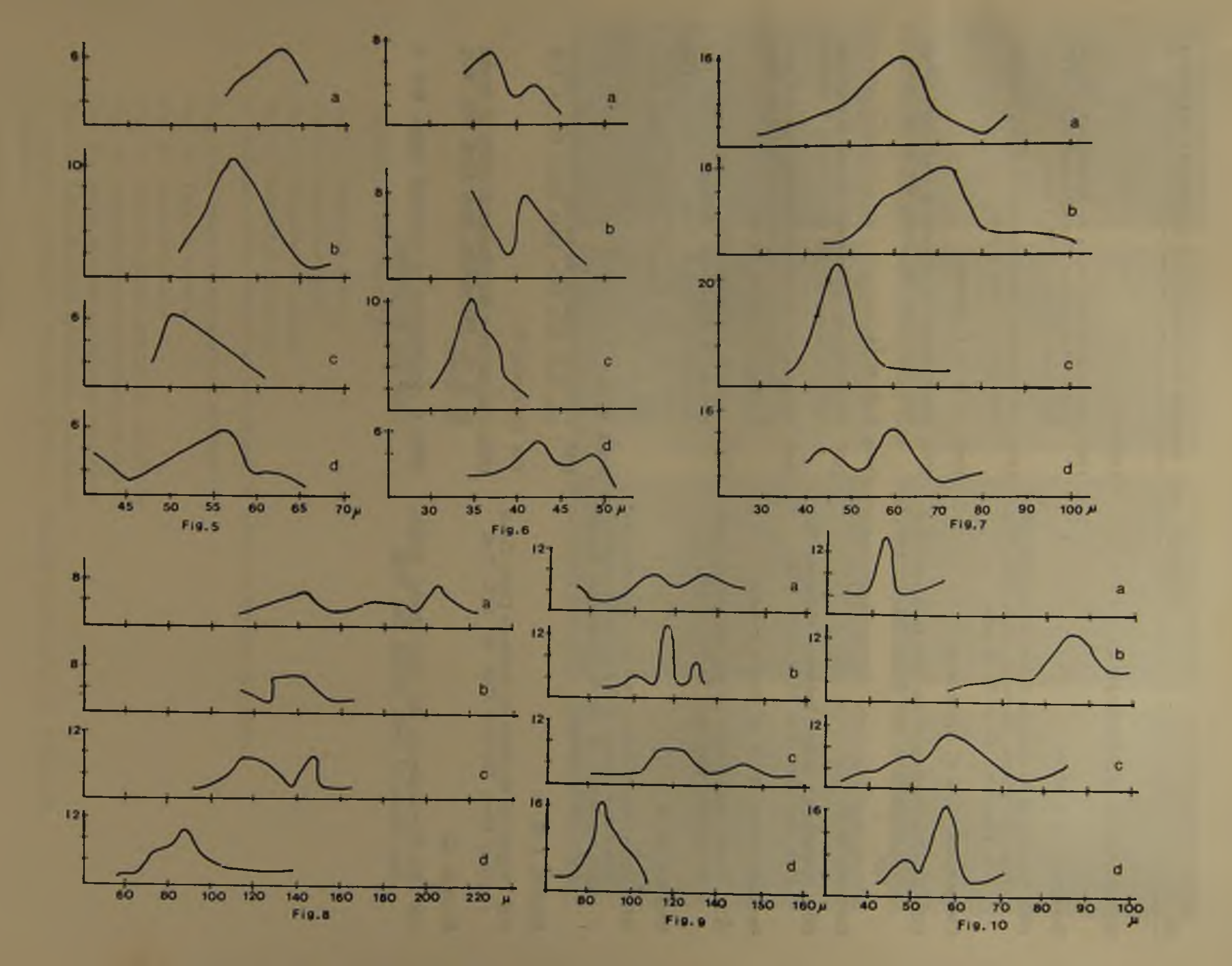


Fig.5
Fig.6
Fig.7
Fig.8
Fig.9
Fig.10

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARRERA, E. & I. MEZA

1979 Análisis de la cutícula foliar de especies chilenas del género *Maytenus* MOL. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., 35: 31-39, 15 figs.

CHRISTENSEN, C. & C. SKOTTSBERG

1920 The Pteridophyta of the Juan Fernández. Nat. Hist. Juan Fern. and Easter Isl. II: 1-45, 7 figs.

ESPINOZA, M. R.

1930 Anotaciones sobre helechos chilenos. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. 13: 110-119, 7 figs.

FRYNS-CLAESSENS, E. & W. VAN COTTHEM

1973 A new classification of the ontogenetic types of stomata. Bot. Rev. 39 (I): 71-138.

HEMSLEY, W. B.

1885 Report on the botany of Juan Fernandez and Masafuera. Report of the Scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger Botany 1 (3): 1-100. London.

JONSTON, I. M.

1929 Papers on the flora on northern Chile. Contr. Gray Herb. Harvard Univ. 85: 1-172, 2 pl.

KUNKEL, G.

1967 Die Pteridophyten der Insel Mocha (Chile). Nov. Hedw. 13 (3-4): 319-352. Tab. 79-83.

LOOSER G.

1943 Nueva localidad cerca de Antofagasta del helecho *Polypodium masafuerae* PHILIPPI. Rev. Univ. 38 (1): 31-34, 1 lám.

1955 Los helechos (Pteridófitos) de Chile Central. Moliniana 1: 5-95, 3 figs.

PANT, D. D. & B. MEHRA

1964 Development of stomata in some fern allies. Proc. Nat. Inst. Sc. India, ser. B, 30: 92-98.

SOTA, E. R. DE LA

1960 Polypodiaceae y Grammitidaceae argentinas. Opera Lilloana 5: 299 pp., 38 figs., 4 mapas.

1966 Revisión de las especies americanas del grupo "*Polypodium squamatum*" *L.* Rev. Mus. La Plata (n.s.) 10: 69-186.

1967 Sinopsis de las familias y géneros de Pteridófitas de Argentina, Uruguay y Chile. (Incluyendo las islas de Juan Fernández y Pascua). Ext. Rev. Mus. de La Plata (Nueva Serie), Sec. Bot. Tomo X: 187-221. (Nat. Hist.) Bot., 4: 1-78.

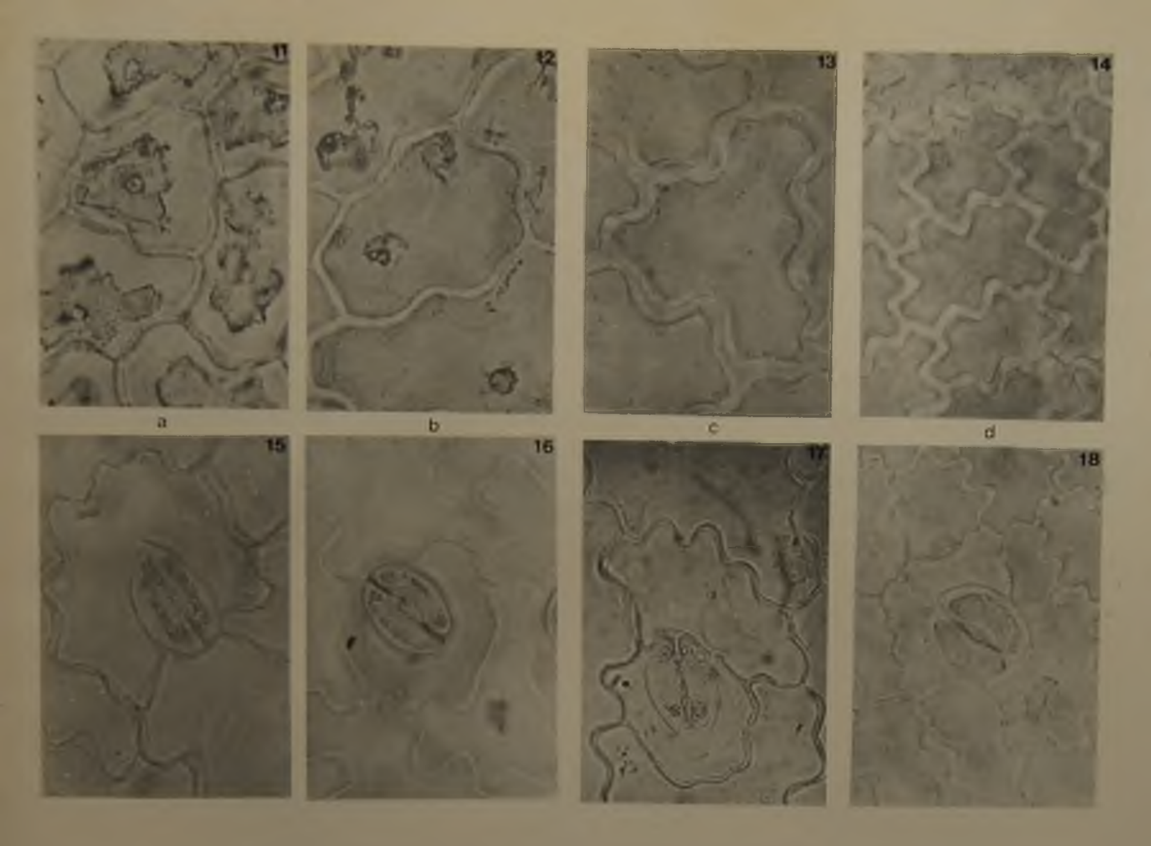
STACE, C. A.

1965 Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bot., 4: 1-78.

VAN COTTHEM, W.

1970a Comparative morphological study of stomata in the Filicopsida. Bull. Jard. Nat. Belg. 40: 81-239.

1970b A classification of stomatal types. Bol. J. Linn. Soc. 63: 235-246.



LEYENDA DE FIGURAS

Fig. 1.– *Polypodium espinosae*
Fig. 2.– *Polypodium feuillei*
Fig. 3.– *Polypodium intermedium*
Fig. 4.– *Polypodium masafuerae*
a. Estomas y células epidérmicas, cara abaxial; b. células epidérmicas, cara adaxial.

Figs. 5-10.– Biometría de estructuras cuticulares
Fig. 5.– Largo de estomas
Fig. 6.– Ancho de estomas
Fig. 7.– Ancho de células epidérmicas, cara abaxial
Fig. 8.– Largo de células epidérmicas, cara abaxial
Fig. 9.– Ancho de células epidérmicas, cara adaxial
Fig. 10.– Largo de células epidérmicas, cara adaxial
a. *Polypodium espinosae;* b. *Polypodium feuillei;* c. *Polypodium intermedium;* d. *Polypodium masafuerae.*

x = variable; y = Nº de casos.

Figs. 11-14.– Detalles de la cara adaxial. 250 x
Figs. 15-18.– Detalles de la cara adaxial. 250 x
a. *Polypodium espinosae;* b. *Polypodium feuillei;* c. *Polypodium intermedium;* d. *Polypodium masafuerae.*